第３講　酸と塩基①(酸と塩基の基本・pH・中和点での量的関係)

1　酸と塩基

固体を反応させやすくするために，水溶液にすることが多いが，水の中では水のイオン積の束縛を受ける。水素イオンと水酸化物イオンは水のイオン積を超えて共存することはできないのである。よって，まずは水素イオンを生成するもの，水酸化物イオンを生成するもの，すなわち酸と塩基をきちんと判断しなくてはならない。

(1)　定義

(i)　アレニウスの定義

酸　：水中で水素イオン(H^+)を生じるもの
塩基：水中で水酸化物イオン(OH^-)を生じるもの

(ii)　ブレンステッド・ローリーの定義

酸　：水素イオン(H^+)を与えるもの
塩基：水素イオン(H^+)を受け取るもの

注：水中で水素イオン(H^+)はオキソニウムイオン(H_3O^+)として存在している。

(2)　電離度α

$$\alpha = \frac{\text{電離した酸(塩基)}}{\text{溶解した酸(塩基)}}$$

強酸　$\alpha = 1$

H_2SO_4，HNO_3，HCl，HBr，HI，$HClO_4$

強塩基　$\alpha = 1$

KOH，NaOH，$Ba(OH)_2$，$Ca(OH)_2$

上記以外が弱酸弱塩基($\alpha < 1$)であり，αは濃度によって変化する。

(3)　価数

１分子の酸(塩基)が出しうる水素イオンH^+(水酸化物イオンOH^-)の数を価数とよぶ。通常化学式を見れば判断できる。二酸化炭素CO_2(２価)とアンモニアNH_3(１価)のみ化学式からは判断できないため，注意が必要である。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑷ 水のイオン積とpH

(i) 水のイオン積

どんな水溶液でも$[H^+]$と$[OH^-]$の積は一定値となり、これを水のイオン積K_wという。

$K_w = [H^+][OH^-]$

$= 1.0 \times 10^{-14} (mol/L)^2$　　25℃のとき

(ii) 水素イオン濃度と液性

(i)で述べたように，温度が一定であるかぎり，水素イオン濃度と水酸化物イオン濃度の積は水のイオン積で一定となる。これを利用し，水素イオン濃度の割合で溶液の液性を定める。25℃で考えると

$[H^+] > [OH^-]$すなわち$[H^+] > 1.0 \times 10^{-7}$ mol/Lのとき酸性

$[H^+] = [OH^-]$すなわち$[H^+] = 1.0 \times 10^{-7}$ mol/Lのとき中性

$[H^+] < [OH^-]$すなわち$[H^+] < 1.0 \times 10^{-7}$ mol/Lのとき塩基性

(iii) pH

(ii)のように，水素イオン濃度の割合で溶液の液性を表す。しかし水素イオン濃度の変化は極めて大きいため，対数をとったpHという指数を用いて表していく。

$$pH = -\log[H^+]$$

また，水酸化物イオン濃度の対数はpOHである。

$$pOH = -\log[OH^-]$$

25℃のとき

$$pH + pOH = 14$$

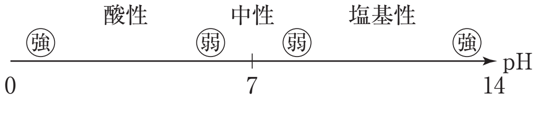
以上より，

pH＜７のとき酸性

pH＝７のとき中性

pH＞７のとき塩基性

となる。



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑸　中和反応と量的関係

酸と塩基の反応を中和反応とよぶ。通常H^+とOH^-から水ができるため，下記の式のように表すことができる。

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

酸と塩基が過不足なく反応する点が中和点であり，中和点では酸のもつ水素イオンH^+の物質量と塩基のもつ水酸化物イオンOH^-の物質量が一致する。

これより，中和点では

酸の物質量×価数＝塩基の物質量×価数

が成立する。

例　シュウ酸二水和物1.26gを溶かした水溶液を完全に中和するために，4.0%，1.05g/mLの水酸化ナトリウム水溶液は何mL必要か。

解：19mL

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　演習問題

1

問１　ブレンステッド・ローリーの定義で，酸と塩基の両方の働きを持たないのはどれか。

㋐　HS^-　㋑　H_2O　㋒　CO_3^{2-}　㋓　HPO_4^{2-}　㋔　HSO_3^-

問２　ブレンステッド・ローリーの「酸・塩基」の定義にもとづくと，次の反応式ⅰ）～ⅲ）中の「H_2O」の働きの組み合わせとして正しいものはどれか。下の①～⑧から選びなさい。

ⅰ）　$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

ⅱ）　$HCl + H_2O \longrightarrow Cl^- + H_3O^+$

ⅲ）　$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$

番号	ⅰ）	ⅱ）	ⅲ）
①	酸	酸	酸
②	酸	酸	塩基
③	酸	塩基	酸
④	酸	塩基	塩基
⑤	塩基	酸	酸
⑥	塩基	酸	塩基
⑦	塩基	塩基	酸
⑧	塩基	塩基	塩基

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

問１　0.020 mol/L の酢酸水溶液の pH を求めよ。この濃度での酢酸の電離度を 0.050 とする。必要ならば常用対数 $\log 2.0 = 0.30$，$\log 3.0 = 0.48$，$\log 5.0 = 0.70$ を用いてよい。

問２　1.0 mol/L の塩酸 10 mL を容器に入れ，全体を純水で 1.0 L に希釈した水溶液の pH を求めよ（電離度は 1.0）。

問３　濃度を 0.1 mol/L に調整した１価の酸の水溶液が pH＝4 であった。この酸の電離度に最も近い値はどれか。

a. 1　　b. 10^{-1}　　c. 10^{-2}　　d. 10^{-3}　　e. 10^{-4}

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3　シュウ酸 $(COOH)_2$ は１分子あたり２分子の H_2O とともに二水和物結晶をつくる。この結晶は室温・空気中で安定なので，中和滴定や酸化還元滴定をする際の標準物質として用いられる。

12.6 g のシュウ酸・二水和物結晶を純水に溶かした後，これを 500 mL のメスフラスコに移し，さらに標線まで純水を加えて，これを標準溶液とした。以下の問いに答えなさい。なお，原子量は H：1，C：12，O：16，Na：23 とする。また，数値で答える問いには有効数字３桁で答えよ。

(a)　標準溶液中のシュウ酸のモル濃度を求めなさい。

(b)　この標準溶液に濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液を滴下して，その濃度を決定しようと考えた。このときに溶液中で起こる反応を化学反応式で示しなさい。

(c)　標準溶液をコニカルビーカーに 20.0 mL 採取し，これにフェノールフタレイン溶液を１滴加えた。この溶液に濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットからゆっくり滴下したところ，24.7 mL 滴下したところで溶液全体がピンク色になった。用いた水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を求めなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

4　塩酸と硫酸の混合水溶液(溶液A)，および水酸化バリウム水溶液(溶液B)があり，溶液A，Bともに濃度が不明であった。溶液Aを10.0mLとり，それに溶液Bをビュレットより滴下した。中和点に達するまでに滴下した溶液Bは15.0mLであり，このとき0.140gの沈殿が生じた。次いで，溶液Bを10.0mLとり，これに充分な量の溶液Aを加えると，0.187gの沈殿が生じた。原子量をO：16，S：32，Ba：137として，次の問に答えよ。

1. 文中の下線部の沈殿の化学式をしるせ。
2. 溶液Aにおける塩化物イオンのモル濃度は何mol/Lか。有効数字2桁でしるせ。

5　0.10mol/Lの塩酸10mLと0.30mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液10mLの混合溶液のpHとして最も近い値は，次のうちどれか。

(a)　3　　(b)　8　　(c)　11　　(d)　13　　(e)　14

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　確認テスト

1　0.20 mol/L の希硫酸を水で100倍に希釈した溶液のpHは［　　］である。ただし，硫酸は完全に電離しているものとする。また，log2.0＝0.30とする。

①　2.4　　②　2.7　　③　3.0　　④　3.3　　⑤　3.6

2　0.0250 mol/L のシュウ酸水溶液25.0mLを完全に中和するのに，ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液10.0mLが必要であった。この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は何[mol/L]か。最も近いものを，次の①～⑥の中から１つ選びなさい。

①　1.25×10^{-2} mol/L　　②　3.16×10^{-2} mol/L　　③　6.25×10^{-2} mol/L
④　1.25×10^{-1} mol/L　　⑤　3.16×10^{-1} mol/L　　⑥　6.25×10^{-1} mol/L

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 3 講

1

問 1　㋒

問 2　⑦

2

問 1　3.0

問 2　2.0

問 3　d

3

(a)　0.200mol/L

(b)　$(COOH)_2 + 2NaOH \longrightarrow (COONa)_2 + 2H_2O$

または，$H_2C_2O_4 + 2NaOH \longrightarrow 2H_2O + Na_2C_2O_4$

(c)　0.324 mol/L

4

1. $BaSO_4$
2. 0.12 mol/L

5

(d)

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　確認テスト

1　①

【解説】

$$[\mathrm{H^+}] = 0.2 \times \frac{1}{100} \times 2 \times 1$$
$$= 4.0 \times 10^{-3}\,[\mathrm{mol/L}]$$
$$\mathrm{pH} = -\log(4.0 \times 10^{-3})$$
$$= 3 - 2\log 2$$
$$= \underline{2.4}$$

2　④

【解説】

水酸化ナトリウム水溶液の濃度を$x$mol/Lとすると

$0.025 \times 25 \times 2 = x \times 10 \times 1$　　$\underline{x = 0.125\,\mathrm{mol/L}}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。